引用格式:谭锐. 中国芯片产业如何跨越“中等技术陷阱”？. 中国科学院院刊, 2023, 38(11): 1665-1674, doi: 10.16418/j. issn. 1000-3045.20230803002.
Tan R. How does China’s chip industry overcome middle-technology trap?. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(11): 1665-1674, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20230803002. (in Chinese)

中国芯片产业如何跨越“中等技术陷阱”？

谭 锐

华南理工大学　公共政策研究院　广州　510640

摘要　由于中国对芯片产业的高度重视和大力支持，中国的芯片技术水平有了长足的进步，但是与美国、日本、韩国与欧洲等国家和地区相比，仍然存在较大的差距，中国在中高端芯片产品市场上受制于人的情况还没有根本改变。文章认为，想要解决中国芯片技术的“卡脖子”问题，需要着手分析内部体制性因素。中国芯片技术进步需要多个行为主体，包括政府、企业、高校和科研院所等共同推动。这些行为主体在推动技术进步的过程中有不同的动机，并面临着不同的制度约束，因而推动技术进步的效果不同。文章对阻碍各行为主体推动技术进步过程中的障碍性因素进行了详细的分析。文章认为，中国的芯片产业技术要实现更大的进步，就必须进行更广泛、更深刻的改革，集中优势资源攻克技术难题，避免资源浪费，有效利用产业政策，并将市场化企业放在技术创新系统的核心位置。

关键词　中国，芯片，集成电路，半导体

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20230803002

CSTR　32128.14.CASbulletin.20230803002

自2000年以来，中国出台大量政策并采取众多措施支持芯片产业的发展。芯片产业在政府的巨额投资下，规模快速增长，但核心技术的自主可控程度与原始创新能力上，中国与美国、日本、韩国和欧洲等具有先进芯片技术的国家/地区（以下简称“先进国家/地区”）相比，仍存在很大的差距。过去数10年，中国芯片产业的技术进步得益于自由贸易和国际产业转移，但随着当前世界政治经济格局的剧烈变动，通过购买、仿制、改进等途径推动的芯片产业技术进步正变得困难。

资助项目：中共深圳市委宣传部“中国特色社会主义政治经济学原理构建”课题，国家社会科学基金重大项目（2021MZD009）
修改稿收到日期：2023年9月28日

在以美国为首的西方国家围堵下，中国芯片产业有可能会落入“中等技术陷阱”。“中等技术陷阱”是指一个经济体主要产业的技术水平已经达到了一定的高度，但是在追赶前沿技术的过程中遇到了某些阻碍性因素，使得产业技术进步速度放缓，与前沿技术长期保持特定的差距，无法缩小。本研究的目的在于弄清楚什么样的创新系统和产业政策能够避免中国芯片产业落入“中等技术陷阱”。

1 中国芯片技术的总体水平

美国半导体协会（SIA）2022年的行业报告显示①，在2021年的全球芯片销售额中，美国、韩国、日本、欧洲、中国、中国台湾这6个国家或地区共包揽了98%的份额；其中，美国占总份额的46%，而中国只占7%。芯片产业的技术实力即为芯片技术的研发和创新能力，可从技术专利水平、工艺先进性与自给率等指标进行评估。同时，芯片产业的市场竞争力与技术实力互为表里，且市场竞争力最终取决于技术实力。

（1）技术专利水平。郭本海等人[1]基于专利数据识别出13项对中国芯片产业发展至关重要的核心技术，这些技术覆盖了整个芯片产业链的大多数环节，包括集成电路设计与模拟、大硅片制备、光刻工艺、沉积工艺、刻蚀工艺、先进封测工艺等，并测算了中国与先进国家/地区在这些关键核心技术上的专利数量与质量差距。研究结果显示，专利数量差距度与质量差距度均高于0.6（差距度最小值为0，最大值为1），在光刻材料制备、沉积工艺、先进封测工艺等技术上，专利质量差距度接近甚至超过0.9，这说明中国与先进国家/地区在关键核心技术上差距较大。专利质量差距度远高于专利数量差距度，这意味着中国集成电路产业在发展过程中，可能存在着重数量而轻质量的问题，导致专利质量水平总体不高，所掌握的技术总体落后。陈旭等人[2]的研究也得出了相近的结论，研究发现在划定的5 034个核心技术专利中，美国和日本的专利拥有量以2 159个和1 276个专利分列第1和2位，共占总量的68.24%；其次是德国、瑞典、韩国和法国，专利拥有量分别为581个、210个、199个和199个，低于美国和日本；中国的专利拥有量为74个，占总量的1.47%，排名第8位，而在集成电路产业的全部技术专利中，中国的核心技术专利的占比只有0.36%，远低于其他国家。

（2）工艺先进性。尽管中国在存储器制造、成熟节点的逻辑器制造和芯片设计等领域具有一定竞争力，但在尖端逻辑器制造、通用高端处理器②设计、光刻胶、光刻机等制造设备和材料研发与高级逻辑芯片相关的电子设计自动化（EDA）软件和知识产权（IP）核③开发等领域，与世界先进水平还有很大差距。在逻辑器、闪存（3D NAND）、动态随机存储器（DRAM）等产品的制造工艺上，中国与先进国家/地区相差3—4个节点④。例如，2019年，中国大陆的逻辑器制造工艺主要集中在28纳米以上的节点；中国台湾在这方面的制造工艺世界领先，特别是在10纳米以下的节点，几乎垄断了世界市场；美国的制造工艺主

① 2022 State of the U. S. semiconductor industry. (2022-11-16) [2023-03-03]. https://www. semiconductors. org/state-of-the-u-s-semiconductor-industry/.

② 通用高端处理器主要指中央处理器(CPU)、图形处理器(GPU)和可编程逻辑设备(FPGA)。

③ 知识产权核(IP核)在电子设计自动化(EDA)技术开发中具有十分重要的地位,有3种不同的存在形式:硬件描述语言(HDL)语言形式、网表形式与版图形式,分别对应软核、固核与硬核这类常用说法。

④ 节点是指芯片制造工艺在发展过程中不同的关键水平,例如,逻辑器的节点有12纳米、10纳米、7纳米、5纳米;Taking stock of China's semiconductor industry. (2021-07-13) [2023-09-15]. https://www. semiconductors. org/taking-stock-of-chinas-semiconductor-industry/.

要集中在10—22纳米的水平，相对中国领先⑤。

（3）自给率。① 中国设备自给率仅为10%。当前全球的芯片制造设备市场几乎被美国、日本和荷兰垄断。目前，虽然绝大多数设备已具备国产化条件，但仍存在技术先进性不足、良率低、量产困难、更新设备成本高等问题，这些问题导致国产设备短期内无法普及。② 中国半导体材料总体自给率接近30%。大部分封测环节用的封装材料能满足国内需求，但技术门槛较高的制造材料仍需大量进口。例如，中国研发的高端光刻胶材料目前仍处于小规模试产阶段，国产化率低于5%[3]。③ 全球EDA软件市场被美国和德国企业垄断，中国EDA软件性能不佳且空白领域过多。美国新思科技公司（SNPS）、美国楷登电子公司（CDNS）和德国西门子股份公司（SIEMENS AG）的EDA产品占据中国90%的市场份额[4]。北京华大九天科技股份有限公司、上海概伦电子股份有限公司、广立微电子股份有限公司等中国企业的产品线仅占集成电路设计所需全套软件的约33%，另有67%的软件尚未国产化[3]。④ 中国在IP核方面自主可控的能力较弱。IP核中最重要的是CPU。据中国电子信息产业发展研究院统计，美国英特尔公司（Intel）和美国超威半导体（AMD）公司已几乎完全垄断高性能CPU的制造，国产飞腾处理器尚无法替代；美国博通公司、荷兰恩智浦半导体公司（NXP）、英国安谋国际科技股份有限公司（ARM）、美国美满科技集团有限公司（Marvell）等欧美公司几乎完全垄断嵌入式处理器的设计，中国展讯通信有限公司、中国台湾联发科技股份有限公司等企业只能在低端产品上实现替代，但仍需要欧美公司对IP核进行授权[4]。

中国已在国内建立了涵盖设计、制造和封测三大环节的全套芯片产业链，中国芯片企业在各个环节上已经掌握了相对成熟的技术和工艺，国产芯片能够满足中低端市场的需求[5]，并有少数芯片企业的技术水平能够跻身世界一流行列。然而，中国芯片产业在核心技术开发和高端产品制造领域对外依存度普遍偏高，自主可控性偏低。综合来看，中国芯片产业的总体技术水平仍处于中等水平。

2 技术进步的代理人及制度约束

国家的技术竞争力不足，就会在全球竞争中处于劣势，因此中国对芯片技术高度关注。芯片技术研发工作是企业、高校和科研院所的专长，国家需要科研力量来实现芯片技术进步与突破。因此，在推进技术进步的任务上，国家是委托人，地方政府是国家政策执行的代理人，企业、高校、科研院所则是专业技术方面的代理人，只有代理人与委托人的目标达成一致，才能在芯片技术发展上有所突破。

例如，企业的目标是盈利，拥有自主研发的核心技术可以有助于提高利润，但是如果有其他更轻松的途径（如争取优惠政策）能够获取相同或更高的利润，企业的研发动机就很可能大大降低，从而背离增强国家技术竞争力的目标；高校的目标是培养人才和开展学术研究，高校培养出技术领军人物或许能形成原创性技术，增强其声誉，吸引更多的资源，但现实情况是，高校培育的人才和开展的学术研究与市场的人才需求和工业化的技术需求有很大差距。

因此，国家作为委托人，要推动芯片技术进步，首先需要弄清楚各类代理人的行为特征及其面临的制度约束，才能更好地制定政策，引导各类代理人向正确的方向迈进。

2.1 地方政府

地方政府是中央政策的具体执行者，地方政府积

⑤ 2021 State of the U.S. semiconductor industry. (2021-09-24)[2023-09-15]. https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/09/2021-SIA-State-of-the-Industry-Report.pdf.

极回应、跟进落实中央政策是地方政府的职责所在。2014年，《国家集成电路产业发展推进纲要》发布后，各地掀起了发展芯片产业的热潮。全国近30个省市陆续出台了与中央类似的扶持政策并设立产业基金。然而在政策的刺激下，许多问题接踵而来。2020年10月，国家发展和改革委员会在例行新闻发布会上指出，在投资芯片产业的热烈氛围中，一些没经验、没技术、没人才的“三无”企业投身芯片产业，个别地方政府对芯片产业发展的规律认识不够，存在低水平重复建设的风险⑥。

为根本解决芯片产业政策到地方落实时就变形走样的问题，必须分析地方政府作为芯片产业发展代理人的动机。对地方政府官员而言，发展芯片产业是一项政治任务，做好了能够增加晋升的筹码。但是做好并不容易，这需要总体谋划、多方协调、监督落实，是一个长期过程，耗时耗力。同时，地方政府除了这项任务之外，还有很多事务需要处理，地方官员有限的精力和任期迫使其选择走“捷径”、急于求成，试图在短期内刺激产业做大数量，形成立竿见影的效果。

这些短期刺激的方法对劳动密集型产业或许有用，但是对于高新技术产业则收效甚微。芯片产业是技术、资金、人才密集型产业，走质量型发展道路需要许多条件。而一些地方政府不了解芯片产业的发展规律，发展思路仍停留在刺激劳动密集型产业的方法上，使用传统的政策工具，如补贴、减税、建产业园、建合作平台等，既不了解也没能力构建芯片产业发展所需要的系统性环境。在这种情况下，“三无”企业承包的芯片制造项目烂尾的案例常见诸报端，南京德科码半导体科技有限公司的“CMOS图像传感器芯片产业园”项目与武汉弘芯半导体制造有限公司项目就是其中的典型[6]。中芯国际集成电路制造有限公司创始人之一的谢志峰指出，资金、技术来源、有经验的庞大团队是发展芯片产业的三大要素，缺一不可。但地方政府在引进项目时，对许多相关问题考虑得并不充分。例如，如何保证长期投入、如何引进技术和吸引人才、生产出来的产品有没有市场等问题，不解决的话就很容易导致项目烂尾[7]。

2.2 企业

2.2.1 私营企业

中国半导体行业协会发布的文件显示，2019年，在中国十大芯片设计企业中，有7个是高度市场化的企业，包括深圳市海思半导体有限公司（以下简称“海思”）、深圳豪威科技集团股份有限公司、深圳市中兴微电子技术有限公司（以下简称“中兴微”）、深圳市汇顶科技股份有限公司（以下简称“汇顶科技”）、格科微电子（上海）有限公司（以下简称“格科微电子”）、杭州士兰微电子股份有限公司和兆易创新科技集团股份有限公司⑦。在这些企业中，一些是依托大企业资源创立的，如海思是华为技术有限公司旗下的公司，中兴微来自中兴通讯股份有限公司；还有一些是个人凭借专业技术知识，与企业家合作创办的，如汇顶科技、格科微电子等，这类企业起初都是中小企业，它们以特定的细分领域为切口参与市场竞争，通过不断发现并抓住市场机会，持续提高产品和技术的竞争力，从而占领市场份额。这些中小企业在初步获得成功后，逐渐加大研发力度，开发更丰富的产品线，并且以此为基础向综合性芯片企业发展，显现出了较强的企业活力和发展潜力。

作为国家芯片技术进步的代理人，中国的私营企

⑥ 国家发展改革委：有序引导、规范集成电路产业发展. (2020-10-20)[2023-05-02]. https://www.gov.cn/xinwen/2020-10/20/content_5552706.htm.

⑦ 重磅！中国半导体集成电路七大领域10强企业榜单一览. (2020-9-22)[2023-09-15]. http://news.zfhuaian.com/20200922/3977612.shtml.

业是最有动力进行技术研发和创新的群体。因为受市场利润和经营风险的双重激励，私营企业要在激烈的市场竞争中发展壮大，最终只能依靠自身在技术、产品、服务、运营和管理上的综合实力。然而，中国的制度和市场环境对高科技私营企业的发展来说并不理想。

21世纪的前20年是国外芯片产业以市场换技术的时代，在此期间，国外芯片企业构建了巨大的市场壁垒，该壁垒成为了中国芯片企业发展的最大障碍。2001年，中国加入世界贸易组织（WTO）之后，先进国家/地区利用技术优势打开中国的市场，国外的芯片产品大量涌入，占领了中国市场。例如，个人电脑（PC）的大规模普及，使Intel、AMD、美国国际商业机器公司（IBM）等发达国家企业的芯片、美国微软公司和美国苹果公司的操作系统及诸多捆绑的软件成为PC的标准配置，作为后发者的中国芯片企业和软件企业必须服从这些外国标准，否则很难生存下来。另外，芯片产业是高新技术产业，有很高的技术门槛，必须有高端人才和大量资金作为支持，一般企业很难进入，这就是为什么中国的芯片企业虽然在细分市场有所作为，但市场的总体占有率仍然较低的原因。

除了市场壁垒，支撑性的制度环境迟迟没有建立起来，一些阻碍产业发展的问题长期存在。例如，知识产权保护制度不完善。在专利权保护的实践中，举证难、周期长、赔偿数额低、跨区域维权难等问题广泛存在，对提高企业创新活动的积极性产生了较为恶劣的影响。《2020年中国专利调查报告》显示，当发生侵权诉讼时，超过60%的内资企业专利权人只能拿到10万元以下的赔偿，或者没有赔偿。这种情况在小微型企业中最为明显。由于维权困难，有相当一部分被侵权的企业选择不采取任何措施，2020年，这一选择的比例是26.1%⑧。专利保护的法制环境亟待完善。

这些问题仅仅是冰山一角，此外还有人才来源、金融支持、政产学研协作、财税资源分配、市场公平竞争等方面存在的问题困扰着私营企业。总之，私营企业发展面临的是一个系统性的问题，并非单纯通过政府的财税补贴等政策和建立产业园、特事特办等措施就能够解决，除产业政策外，私营企业需要的是可靠、高效、稳定的支撑性制度。

2.2.2 国有企业

在市场经济时代，中国仍然保留着庞大的国有企业。作为贯彻国家经济政策的代理人，国有企业在产业的技术创新上有着自己特殊的优势，某些技术已经达到国际先进水平，如空天技术、卫星通信技术、高速轨道交通技术等；但是在某些市场竞争程度高的领域，国有企业表现不佳，如电子信息产业，国有企业对进口材料、生产设备和芯片的依赖度很高[8]。同时，一些私营企业的市场竞争力超过了国有企业。例如，上海贝岭股份有限公司是国有控股的半导体企业在1998年就已在人民币普通股票（A股）上市，市值长期保持在130亿元左右；汇顶科技作为民企于2016年在A股上市，仅3年时间，市值就突破了千亿元[9]。国有企业的这些表现，与特殊的政企关系有关。国有企业与政府的密切联系集中体现在3个方面。

（1）财政关联。国有企业经营状况的好坏直接与政府财政和税收相挂钩。在国有企业亏损的时候，为防止其对财政预算造成不良影响，如债务上升、赤字增加等，政府作为国有资产的所有权人，对国有资产有保值增值的要求，因此政府会通过各种措施予以救济。2007—2010年，上市国有企业获得了政府1 737亿元的财政补贴，占政府给予所有类型上市企业财政

⑧ 2020年中国专利调查报告. (2021-04-28) [2023-04-01]. https://www. cnipa. gov. cn/module/download/down. jsp? i_ID=158969&colID=88.

补贴总额的82%；与此相对，非国有上市企业只获得了另外18%的财政补贴[10]。这就是国有企业面临的预算软约束问题，政府的支持屏蔽了市场竞争对国有企业的压力，国有企业即使没有技术创新能力，不掌握核心技术，也不影响企业运行。

（2）人事关联。国有企业领导是否重视科技研发工作、是否积极推动设立激励科技创新的体制机制，对国有企业的研发能力提升非常重要。国有企业领导既是高管又是官员，他们穿梭于政府与企业之间。这种特性决定了国有企业领导的偏好、目标、任务、工作方式、任期都与私营企业有很大区别。国有企业领导的任期有限，一般2—3年为1个任期，所以国有企业领导更关注企业的短期绩效成绩而不是长期技术积累。但芯片技术的研发需要长期的资金投入、人才投入和政策倾斜，领导的频繁更换，会造成研究工作难以接续[11]。由于国有企业是政府的代理人，承担着多重任务、目标和职能，科技研发的职能只是其中之一。在诸多任务中，因为政治任务与其升迁关系更为紧密，国有企业领导可能更关注政治任务而非经营任务。

（3）管理关联。由于国有企业的研发动力和压力不来源于市场，因此就要建立一套复杂的监管和评价规则来促进研发活动，并达到监管者的要求和设定的目标。然而，这些由监管者制定的规则与市场纪律很不一样，因而效果也完全不同。技术研发和创新工作无法适应复杂的规则，导致国有企业研发行为扭曲。技术研发及创新活动有许多特性，突出表现在新技术的不确定性，这是因为技术创新是探索性质的，没有现成模板可鉴，因此不确定性较大，风险也较大。国有企业内，风险会与问责挂钩，预期到这一点，国有企业领导可能会畏葸不前。

2.3 高校

当前，高校的专业教育跟不上行业发展的需要。2003年，各大高校才开始设立集成电路设计与集成系统专业；截至2017年，全国只有41所高校设有该专业。与芯片产业密切相关的集成电路工程专业和微电子学与固体电子学专业，分别只有13所和67所高校和科研院所招收研究生[12]。比起招收相关专业的高校数量不足问题，更令人担忧的是专业教育的质量问题。芯片制造技术是一门实践性很强的学科，但中国高校普遍存在重理论、轻实践的问题。专业课程使用的教材跟不上前沿技术的发展速度，内容陈旧老化，课程所教授的内容与企业的实际操作相去甚远。不仅如此，绝大部分授课教师缺乏企业工作经验，所讲授的内容大多限于在书本上的理论知识，造成绝大部分芯片相关专业的本科生和硕士生都没有实操经验，仅能进行理论推导和电脑模拟[13]。

国家一直在提倡通过校企合作的方式促进理论与实践相结合，在实践中创新。然而，高校的专业培养与企业实践相脱节的问题长期存在，其根本原因在于现行体制使高校没有太大的动力与企业展开合作。对于集成电路这种先进而复杂的技术，有人才培养能力和条件的高校大多是中央部属单位，这些单位维持运转的主要资金来源于中央财政拨款，虽然高校与企业合作也许能够吸引企业的一些捐助和投资，但这对负责开展校企合作的高校管理者并不会产生太大的激励作用，在大部分情况下，开展校企合作并不是高校管理者必须做的事情。高校管理者不建立规范化的校企合作流程，不进行有效的组织，校企之间的系统化、常规化合作就很难展开。尽管参与企业实践能够帮助高校教师了解技术前沿，提高专业知识水平，但是职称晋升标准将他们的时间和精力引导到专注发表高影响力的期刊论文、出版专著和申请国家级的研究基金项目等活动上，这些活动对芯片产业的技术进步和创新发展的推动作用十分有限。

如果教师和学生“走出去”很难，那么能否把企业的技术和管理精英“请进来”呢？这同样面临管理体制的阻碍，高校教学人员的聘用受多种制度，如岗

位编制、绩效考核标准、薪资等级、科研经费管理等的约束，这些制度规定使得高校在校企合作中非常僵化。此外，因为学科设置和招生数量的决定权在于教育行政部门，企业很难要求高校根据企业需求培养特定数量和特定专业的学生。改变这些体制需要经历漫长的行政程序，但能否进入程序还要取决于行政部门对促进校企合作的重视程度。

2.4 科研院所

科研院所作为政府出资设立的事业单位，定位为推动技术进步、促进技术创新的重要机构。然而，科研院所的技术成果无论在数量上还是在质量上，都不尽如人意。截至2020年，国内发明专利授权量累计约294万件，企业、高校与科研机构分别占比58.2%、7.5%与23.3%，高校和科研机构相比企业在发明专利数量方面差距巨大[⑨]。《2020年中国专利调查报告》指出，2020年，我国有效发明专利产业化率为34.7%，企业、高校和科研院所分别占比44.9%、3.8%和11.3%。科研院所与高校相似，缺乏为市场服务的主动性。调查显示，与企业的专利权人开展过合作创新的对象中，52.1%来自上下游企业及客户，34.9%来自同行业企业，27.5%来自高校或科研院所。科研院所的研究成果大都是样品、样机，很多技术研发出来之后处于闲置状态，没能真正实现产业化。

体制因素严重制约了科研院所在技术创新及科技成果转化领域的发展。中国的科研院所大多是各级政府出资设立的事业单位，其主要职能是贯彻和落实政府的科技政策。由于科研院所经费的主要来源是财政拨款，科研院所的工作主要围绕政府的指令和需求展开，同时其人事与成果等方面均受政府管理。

（1）人事管理。大部分科研院所的人员由政府财政供养，为防止人员增长对财政造成负担，岗位编制的数量受到严格的限制，增加编制通常需要经过冗长的讨论和行政审批，很难根据科研需要及时调整。科研院所常常面临人手不够、部分员工身兼多职的情况，这导致科研院所内部专业分工程度低，相关管理和服务不到位，科研人员被大量杂事分散精力。

（2）科研成果管理。大部分科研院所主要以纵向科研项目开展数量与论文发表情况为考核指标，决定研究人员的工作绩效、职称等级、工资及奖金分配，但并未将成果转化能力纳入考核，严重抑制了科研人员从事科技成果转化的积极性，导致科研院所的科技成果转化率较低。项目结题和审核环节无法对项目负责人形成压力。对于研究项目的成果，政府很难组织专家进行严格的审核，因为这会加重行政成本。结题评审工作无法做到严格有效，致使大多数研究完成之后，无人知晓其有无价值，最终只能沉淀在文本堆里而无法用于产业实践。

3 政策启示

改革开放以来，中国通过芯片及相关产品的贸易和投资，逐步发展壮大了芯片产业。中国企业在引进、吸收和模仿世界先进技术的过程中，形成了自己的芯片研发和生产能力，对于成熟的中低端产品，中国能够自主生产并满足市场需求。但是，芯片技术的更新迭代速度很快，中国始终是一个追赶者，且与世界先进技术还有不小的差距。与以往不同的是，在当前中美战略竞争的大格局下，用市场换技术的策略不再有效，建立独立自主的技术研发和创新体系变得十分重要。

中国的技术创新系统由政府和国有企业主导，同时高校和科研院所的技术供给又与市场需求相脱节。在这种情况下，中国在与先进国家/地区的芯片技术竞争中，很难实现赶超。中国必须寻求新的技术创新组织方式，突破芯片技术的进阶障碍，缩小与世界先进

⑨ 2020年知识产权统计年报. [2023-09-15]. https://www.cnipa.gov.cn/tjxx/jianbao/year2020/indexy.html.

技术的差距，或者从技术最前沿发力，实现“弯道超车”。这就要求我们开展更深刻、更广泛的改革，集中力量攻破技术难关，以及扶持最有潜力的技术代理人。

3.1 呼唤更深刻、更广泛的改革

美国和日本都曾组织芯片技术赶超计划并与对方展开技术竞赛，基本都在10余年的时间内完成目标。中国用了20余年的时间，多次出台重大政策支持芯片产业的发展，也取得了不小的成绩，但是在关键环节和关键技术的研发上始终表现迟缓。尽管时代条件、国际关系、政治经济制度有很大的差异，中国芯片产业的发展路径不能与美国和日本的经验直接对比，但是长期存在的技术差距暴露了中国芯片产业在发展组织方式上的缺陷。其最大的问题在于：产业政策背后缺少支撑性的制度，无法把各个行为主体的力量整合到一起并激发出来。

这是一个关键问题同时也是一个难题，因为这意味着中国芯片产业技术的进步需要更深刻、更广泛的改革，改革不仅涉及财政、税收、贸易、市场竞争、知识产权、教育、研发等领域，也涉及更多的行为主体，包括中央政府、地方政府、私营企业、国有企业、金融系统、高校、科研院所等等。这种多领域多主体的协同合作是参与全球高端技术竞争的必要条件，因为高新产业技术的培育需要更复杂精细的组织方式，这有别于廉价要素竞争时代的产业发展组织方式。建立这种支撑性制度体系是一个漫长的过程，并且会遇到非常多的阻力。但是更深刻、更广泛的改革是值得的，因为这不仅仅有利于芯片产业的发展，也有利于所有技术、人才、资金密集产业的发展，即支撑性制度体系的建立将会迎来一个产业技术快速进步和全面爆发的时代。

3.2 技术攻坚不宜全面铺开

芯片产业技术研发具有难度大、周期长、风险高的特点，需要投入大量的资源予以扶持。在资源有限的条件下，必须统筹整合、集中投入，杜绝低水平重复建设导致资源的无谓耗散。然而，政府的一些做法却恰好相反。*① 更多的资源导向了非技术研发环节。*一些地方往往“避重就轻”，在支持高新技术产业发展的名义下做低技术含量的工作，选择能够快速见效的环节去做，并用政策刺激企业把产量做大。于是就出现了芯片产业项目遍地开花的局面，追求大园区、大生产线、大产能，结果核心技术还是要从国外购买。*② 产业发展资源在不同主体间的配置较为分散。*全国几十个省级行政区，一个省下面又有很多个市级行政区，中央的产业发展资金由省到市分配下去，总量看起来很多，到了真正落实政策的地方就变得微不足道了，很难支撑起产业技术研发的昂贵费用。同理，地方政府热衷于引进产业项目，以项目数量称王，然而项目越多，每个项目获得的平均支持力度就会越小，难以有所作为。

对芯片产业这种技术复杂度很高的产业而言，不能为了贪大求多而搞“村村点火，户户冒烟”的散装模式，而应该采取“集团作战”的模式。地方政府首先应弄清楚本地有哪些相关企业，有哪些科研力量，有多大的财力等关键问题，然后制定系统性的政策，统筹与协调好辖区内的产业发展力量和资源，集中力量打赢技术攻坚战。

3.3 扶持最有动力的代理人

在诸多推动产业技术进步的行为主体中，市场化企业是最有动力和能力的主体之一。与国有企业相比，市场化企业自担风险、自负盈亏、服从市场纪律，它们只有通过不断提高自身的管理和技术水平，努力发现机会，才能在激烈的市场竞争中得以生存；与高校和科研机构相比，丰厚的利润激励着市场化企业追赶技术前沿，不断将基础研究的成果转换为实际生产力和竞争力；与政府相比，市场化企业具备更多的专业技术知识，更了解产业技术发展的规律及发展所需的条件。因此，在适当的条件下，市场化企业是

国家推进产业技术进步的可靠代理人。

这些条件包括：① 提供良好的制度环境。包括有利的税收制度、多元化的融资渠道、严格而高效的知识产权保护制度、公平竞争的市场环境、稳定预期的法制体系等；② 避免出台扭曲市场化企业行为的政策。政策的无效性常常是由于政府不了解产业发展规律而造成的，如以产出规模而不是技术创新能力作为给予政策支持的依据、政策支持的稳定性较弱、政策资源优先偏向本地的“三无”企业、保护本地市场、屏蔽外部竞争等。③ 促进市场化企业与其他行动主体的联动。高新技术产业链条长、涉及的行为主体多，除了产业链上下游的企业，金融机构、高校、科研院所、各类行业协会等都发挥着特定的功能，离开了这些主体的协同合作，市场化企业根本无法推动技术进步，而协调这些主体的行动已经超出了市场化企业的能力范围，必须依靠政府从整体上促进它们相互间的合作。

参考文献

1 郭本海, 王鹏辉, 崔文海, 等. 考虑关键核心技术发展的我国集成电路产业政策效力研究. 科技进步与对策, 2023, 40(3): 41-51.
Guo B H, Wang P H, Cui W H, et al. The policy effectiveness of China's integrated circuit industry considering the development of key and core technologies. Science & Technology Progress and Policy, 2023, 40(3): 41-51. (in Chinese)

2 陈旭, 江瑶, 熊焰, 等. 基于专利维度的关键核心技术“卡脖子”问题识别与分析——以集成电路产业为例. 情报杂志, 2023, 42(8): 83-89.
Chen X, Jiang Y, Xiong Y, et al. Identification and analysis of key core technology “neck” problem based on patent dimension: A case of the integrated circuit industry. Journal of Intelligence, 2023, 42(8): 83-89. (in Chinese)

3 周观平, 易宇. 新发展格局下提升中国集成电路产业链安全可控水平研究. 宏观经济研究, 2021, (11): 58-69.
Zhou G P, Yi Y. A study on improving the security and control level of China's IC industry chain under the new development pattern. Macroeconomics, 2021, (11): 58-69. (in Chinese)

4 张猛, 尹其其. 从华为中兴事件看我国芯片产业安全发展的问题与建议. 网络空间安全, 2020, 11(11): 57-60.
Zhang M, Yin Q Q. Problems and suggestions of China's chip industry security development from the perspective of Huawei and ZTE event. Cyberspace Security, 2020, 11(11): 57-60. (in Chinese)

5 秦耳. 国产28 nm、14 nm芯片量产将满足大部分市场需求. 数字经济, 2021, (5): 92-96.
Qin E. Domestic 28 nm, 14 nm chip mass production will meet most of the market demand. Digital Economy, 2021, (5): 92-96. (in Chinese)

6 李晓光, 石丹. 中国芯片产业“烂尾”调查: 谁为冲动买单. 商学院, 2020, (11): 9-15.
Li X G, Shi D. China's chip industry “rotten tail” investigation: Who pays for impulse? Business Management Review, 2020, (11): 9-15. (in Chinese)

7 郝杰. 谢志峰. 中国芯片产业需长远规划和长期投入. 中国经济评论, 2020, (4): 38-40.
Hao J. Xie Z F. China's chip industry needs long-term planning and investment. China Economic Review, 2020, (4): 38-40. (in Chinese)

8 张春. 关于国有企业科技创新工作的思考. 国有资产管理, 2021, (1): 29-31.
Zhang C. Thoughts on the scientific and technological innovation work of state-owned enterprises. State Assets Management, 2021(1): 29-31. (in Chinese)

9 陈俊一. 千亿市值芯片公司的浮与沉. 中国工业和信息化, 2020, (11): 90-95.
Chen J Y. Billions of market cap chip companies rise and fall. China Industry & Information Technology, 2020, (11): 90-95. (in Chinese)

10 步丹璐, 郁智. 政府补助给了谁: 分布特征实证分析——基于2007—2010年中国上市公司的相关数据. 财政研究, 2012, (8): 58-63.
Bu D L, Yu Z. Government subsidies to whom: Empirical analysis of distribution characteristics: Based on the relevant

data of listed companies in China from 2007 to 2010. Public Finance Research, 2012, (8): 58-63. (in Chinese)

11 周寰. 改革体制机制, 调动国有企业科技创新积极性. 经济研究参考, 2011, (61): 72-74.

Zhou H. Reform of the system and mechanism to arouse the enthusiasm of state-owned enterprises in scientific and technological innovation. Review of Economic Research, 2011, (61): 72-74. (in Chinese)

12 彭晓宏, 王胜霞, 耿淑琴, 等. 集成电路专业人才培养策略的研究. 电子世界, 2020, (1): 95-96.

Peng X H, Wang S X, Geng S Q, et al. Research on training strategy of IC professionals. Electronics World, 2020, (1): 95-96. (in Chinese)

13 刘剑滨, 刘晨, 徐文轩, 等. 中国集成电路产业的人才培养策略研究. 集成电路应用, 2021, 38(2): 26-27.

Liu J B, Liu C, Xu W X, et al. Study on talent training strategy of integrated circuit industry in China. Application of IC, 2021, 38(2): 26-27. (in Chinese)

How does China's chip industry overcome middle-technology trap?

TAN Rui

(Institute of Public Policy, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract Due to China's great attention to and strong support for the chip industry, China's chip technology level has made considerable progress. Nevertheless, compared with the United States, Europe, Japan, South Korea, and other countries, there is still a big gap. Specially, in the high-end chip product market, the scenario that China is subject to others has not been fundamentally changed. This study finds that to solve the stuck neck problem of China's chip industry, it is needed to analyze internal institutional factors. China's chip technology progress requires joint promotion from multiple actors, namely, government, enterprises, universities and research institutions to jointly promote. In the process of technological progress, these actors have different motives and face different institutional constraints, with such motives and collaboration, the technological progress could be effectively promoted. This study analyzes the obstacles in the process of impeding various actors to promote technological progress in detail. It is concluded that in order to achieve greater progress in China's chip industrial technology, it is necessary to carry out more extensive and profound reforms, binding advantageous resources together to overcome technical problems, avoid resource waste, effectively use industrial policies, and put market-oriented enterprises at the core of the technological innovation system.

Keywords China, chip, integrated circuit, semiconductor

谭　锐　华南理工大学公共政策研究院经济政策研究中心研究员。主要研究领域:城市与区域经济、产业技术经济与比较政治经济学。E-mail: tanrui@ipp.org.cn

TAN Rui Professor at the Center for Economic Policy Research, Institute of Public Policy, South China University of Technology. His research interests include urban and regional economy, industrial and technological economy, and comparative political economics. E-mail: tanrui@ipp.org.cn

■责任编辑：文彦杰